

SOLUTION de l'EMD – UEF 21
COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE « CEM »
Durée 02H00mn

Exo. 1 : 04pts

Pour tout système, il existe en tout quatre sortes de couplages possibles.

- a. Citer ces couplages,
1. Couplage galvanique ou par impédance commune 0.5pts
 2. Couplage inductif 0.5pts
 3. Couplage capacitif 0.5pts
 4. Couplage radiatif ou par rayonnement électromagnétique 0.5pts
- b. Expliquer chaque couplage

1. Couplage galvanique (par impédance commune)

La perturbation se produit quand un courant parasite circule dans une impédance du circuit produisant une différence de potentiel. 0.5pts

2. Couplage inductif

Un courant dans un conducteur génère un champ magnétique. Un circuit voisin qui possède une boucle intercepte une partie des lignes de champ. La variation de flux magnétique dans une boucle induit une tension. 0.5pts

3. Couplage capacitif

Une différence de potentiel entre deux conducteurs génère un champ électrique. Quand celui-ci varie, un conducteur voisin (qui intercepte une partie des lignes de champ) collecte un courant perturbateur. La diaphonie capacitive est un couplage par champ électrique. 0.5pts

4. Couplage radiatif (par rayonnement électromagnétique)

Les charges et courants génèrent des champs. En effet, toute charge électrique génère un champ électrique et tout courant génère un champ magnétique. Ces champs s'entreretiennent et forment une onde électromagnétique générant des perturbations. 0.5pts

Exo. 2 : 05pts

Pour tout système, il existe en tout deux types de blindage ; Le blindage magnétique et le blindage amagnétique.

1. Expliquer leur principe de protection.

Le blindage magnétique est constitué d'un matériau capable d'offrir un chemin de réluctance relativement faible aux "lignes de force" issus d'une source de champ magnétique (champ H), et d'en préserver les zones à protéger. Autrement dit, c'est un matériau qui attire les lignes de champs vers lui comme le circuit magnétique d'un transformateur. 1pts

Le blindage amagnétique est constitué d'un matériau bon conducteur comme le cuivre ou aluminium. Il agit de plusieurs manières :

- Vis à vis des champs électriques (champs E), il se comporte comme un écran électrostatique et évite le couplage capacitif entre les conducteurs situés de part et d'autre.
- Vis à vis des champs magnétiques (champs H), Les "lignes de force" d'un champ H variable indésirable qui tentent de le franchir provoquent dans le blindage un courant induit qui se dissipe par effet Joule et dont le champ s'oppose à celui qui lui a donné naissance.
- Vis à vis des ondes électromagnétiques en *champs proches*. Les champs E et H ont respectivement le même sort que précédemment.

2. Dans quel type de blindage se trouve appliquée :

2.1. la loi de Faraday se trouve appliquée dans le blindage amagnétique qui le peut être le siège d'une forme électromotrice induite. 1pts

2.2. la loi de Lenz se trouve aussi appliquée dans le blindage amagnétique qui est le siège des courants induits (Foucault) qui génèrent un champ opposé à celui qui lui a donné naissance.

1pts

2.3. la relation $\vec{B} = \mu\vec{H}$ se trouve appliquée dans le blindage magnétique car est de perméabilité très grande qui permet d'attirer les lignes de champs vers lui.

1pts

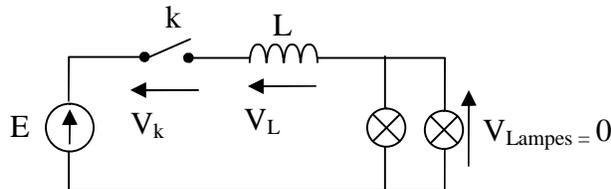
Exo. 3 : 5pts

Un transistor jouant le rôle d'interrupteur « k » commande l'extinction des feux de "stop" arrière d'une voiture via des câbles de longueur $L=5m$; chaque feu est une ampoule de $P=24W$ sous la tension $E=12V$. Pour un câblage bien fait, on considère qu'un mètre de piste induit une inductance d'environ $l=1\mu H$.

Si on réalise la coupure en $\Delta t=50ns$:

1. Que vaut la tension aux bornes du transistor ? Que se passe-t-il ?
2. Quelle solution à apporter à ce qui se passe ?

Schéma équivalent du circuit :



Inductance du fil de 5m : 0.5pts

$$L=1\mu H \times 5m=5\mu H$$

Le courant consommé par une lampe : 0.5pts

$$p = EI \Rightarrow I=P/E= 24/12=2A$$

Le courant consommé par deux lampe : $P=2p=4A$ 0.5pts

La tension aux bornes de l'inductance :

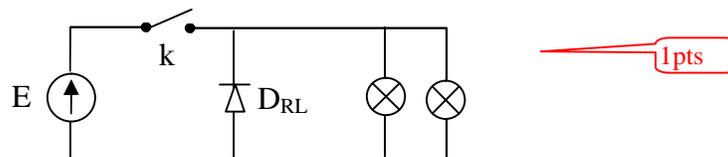
$$V_L = L\Delta I/\Delta t = 5 \cdot 10^{-6} \cdot (0 - 4) / 50 \cdot 10^{-9} = -4 \cdot 10^{-6} / 5 \cdot 10^{-8} = -0.2 \cdot 10^2 = -400V$$
 1pts

La tension aux bornes de l'interrupteur à l'extinction :

$$E - V_k - V_L = 0 \Rightarrow V_k = E - V_L = 12 - (-400) = 412V$$
 1pts

Le transistor risque la destruction.

2. Placer une diode de roue libre à la deuxième borne du transistor comme le montre le schéma ci-dessous.



1pts

Exo. 3 : 6pts

Soit un coup de foudre dont la tension maximale au point d'impact est de 300kV. On considère le point d'impact comme origine des abscisses. La tension décroît exponentiellement en fonction

de la distance x par la fonction suivante : $V(x) = 300e^{-\frac{x}{45.5}} \text{ kVolt}$.

1. Expression du champ électrique

$$E(x) = -\text{grad}V(x) = -\frac{dV(x)}{dx} = \frac{300}{45.5}e^{-\frac{x}{45.5}} = 6.59e^{-\frac{x}{45.5}} \text{ kV/m} \quad \text{1pts}$$

2. Une personne se promène à 160m du point d'impact de ce coup de foudre en faisant des enjambées de 80cm.

Calcule de la différence de potentiel auquel est soumis le promeneur

Il faut calculer le potentiel du sol à 160m et à 160±0,8m.

◆ Le calcul du potentiel à 160m :

$$V(160) = 300e^{-\frac{160}{45.5}} = 8911.1 \text{ Volt} \quad \text{0.5pts}$$

◆ Le calcul du potentiel à 160.8m :

$$V(160.8) = 300e^{-\frac{160.8}{45.5}} = 8755.8 \text{ Volt} \quad \text{0.5pts}$$

◆ La ddp auquel est soumis le promeneur est :

$$ddp(0.8) = V(160) - V(160.8) = 8911.1 - 8755.8 = 155.3 \text{ Volt} \quad \text{1pts}$$

Sa vie est-elle en danger ?

Oui car la personne est soumise à une ddp de 155.3V et ce sera extrêmement dangereux en temps humide. 0.5pts

3. Si cette personne se promène à la même distance du point d'impact ($x=160\text{m}$) mais en faisant des enjambées de 20cm.

Calculer à nouveau la différence de potentiel auquel est soumis le promeneur.

Il faut recalculer le potentiel du sol à 160±0,2m.

◆ Le calcul du potentiel à 160.2m :

$$V(160.2) = 300e^{-\frac{160.2}{45.5}} = 88872.0 \text{ Volt} \quad \text{0.5pts}$$

◆ La ddp auquel est soumis le promeneur est :

$$ddp(0.2) = V(160) - V(160.2) = 8911.1 - 88872.0 = 39.1 \text{ Volt} \quad \text{1pts}$$

Que remarquer-vous et que préconisez-vous (conseil à donner) à toute personne se trouvant dans cette situation?

La personne est plus au moins sans danger. Donc, il faut impérativement rester les pieds groupés au sol en attendant que l'orage passe. 1pts